225-239

第十五章　果園之雜草管理

袁秋英
行政院農委會農業藥物毒物試驗所公害防治組

一、前言

農業栽種系統中，雜草為作物減產的主要原因之一。已開發國家使用的雜草防除方法，包括使用選擇性除草劑配合抗除草劑的基改作物等，可有效減少雜草的危害(Cousens and Mortimer 1995)。而開發中國家使用除草劑則成為一額外支出，一般果園雜草管理策略包括預防性管理、物理法、化學法、草生栽培法及綜合方式等。建立一個長期有效的雜草管理策略，必須依據果樹栽培管理為基礎，配合雜草的生態及生物多樣性等特性之了解，進而對雜草生態系進行最多樣性的干擾操作，意及對雜草族群形成持續性的抑制，使得雜草對作物的競爭力降至最低(Liebman and Davis 2000)。預防性管理主要針對果樹栽種前使用，屬於間接性防除，包括覆蓋作物及土壤消毒等，而物理法、化學法及綜合法主要針對果樹栽種後使用，屬於直接性防除，則包括耕犁、割草、覆蓋、除草劑及耕作系統調整等。此二類防除方法皆可降低雜草密度及雜草的生物量及覆蓋度，此外間接方法亦可以降低雜草萌芽數量，而直接方法可增強作物與雜草的競爭力。

臺灣屬海島型亞熱帶氣侯，年平均雨量約 2,500 mm，為世界平均值的三倍，包括梅雨季節及颱風季節。由於臺灣地理環境特殊，地勢陡峻，地形脆弱，造成相當嚴重的水土保持問題，主要原因在於坡地的開發及農作物生產過程中對生態環境的破壞，其中果樹為重要的作物，70%以上果園栽植於坡地。果樹的栽種多屬小規模經營，於陡峭的坡面不利於大型農機的操作，常需依賴人工的作業，極其不便。一般果園光照充足，易滋生雜草，早期果農於園區雜草管理多採用鐮刀割草或鋤頭耕犁。近 20 年來由於除草劑的開發，臺灣目前登記於果園的除草劑有 32 種，由除草劑於土壤殘效及對防除對象選擇性等特性，可用於不同長短期間或針對某特定雜草之防除，故化學藥劑除草為目前臺灣農民最常使用的雜草防除方法。然而藥劑使用不當或過度噴施非選擇性除草劑，極易造成土壤之裸露、侵蝕及沖刷等現象。適宜之雜草管理，絕非將雜草完全除去，而是當雜草造成果樹生長或栽培管理的干擾時才移去或防除。如何適當的利用除草劑，發展原生性草本植物之草生栽培體系，以建立符合坡地農業的雜草管理系統，為近年來雜草研究極需努力之課題。

二、果園雜草之角色

一般果園園區內的地被植物與作物生長或產量、品質之間的關連性極為密切。以往對於地被植物在作物園區內的角色，皆以農作物生產的經濟效益為出發點，所見者皆為其負面影響，稱園區內非栽培之植物為雜草。所以對地被植物所採取的處理方式，以防除為主，因此園區大都呈除淨狀態(clean culture)。然而坡地果園的栽植，其土壤沖蝕需要依賴土表覆蓋植物的控制，才能達水土保持之效果。因此，園區內草本植物之存在，具有對環境安全性之特殊功能。以下就園內雜草與果樹間的關係說明之。

(一)負面影響

1.土壤水分、養分之競爭

一般地被植物於生長旺盛時期，常導致作物對水分、養分的利用率降低(Jordan and Jordan 1985, Liebman and Dyck 1993)，雜草與 Valencia 柑桔的競爭性影響之研究顯示，果樹體積、莖幹直徑、葉面積及新生分枝長度皆以無草處理區最好(Jordan and Jordan 1985)。柑桔園的狗牙根族群易導致柑桔生長速率降低(Wondimagegnehu and Singh 1989)，使得果樹產量降低。清耕的柑桔園產量為不除草園區的 115% (McCloskey *et al.* 1997)。雜草造成的水分及養分競爭問題，於幼齡果樹或春季萌芽中植株最顯著，且以乾旱地區或旱季較嚴重。

2.植物毒質傷害

植物由根部或分解後的殘質分泌對其他植物有害之毒物質，此種抑制現象稱之為植物相剋作用(allelopathy)(Rice 1984)。全球危害嚴重的雜草鵝觀草(*Agropyron repons*)、香附子和強生草等，已證實具有顯著之相剋潛勢(Rice, 1984)。臺灣研究亦顯示紫花藿香薊、野莧等植物，具有影響甘藍及白菜等多種蔬菜作物萌芽及胚軸生長的成分(袁及蔣 1992)，以往於水土保持使用的覆蓋植物山珠兒豆、營多藤等，亦已證實具有分泌毒物質之危害。

3.病蟲之寄主

多種雜草為某些病原菌或昆蟲之寄主(Jordan *et al.* 2000)，因此不但可促進病蟲害之散佈，或經由其微氣相的改變，使作物易於遭受危害。經由臺灣地區的雜草與線蟲之相關研究顯示，雜草的存在與根瘤線蟲族群之消長具關連性，其中約有 60 種雜草為根瘤線蟲之寄主(蔡及林 1984)，而一般果園大都涵括此等雜草。因此果園中雜草的種類及發生時期與果樹病蟲的滋生及危害，具有極重要的互動關係(Zanin *et al.* 1997)。

4.蛇鼠及其他有害動物之藏匿場所

一般疏於管理的果園，雜草株形高大及族群密集，易藏匿蛇鼠，此等有害動物會造成農民及作物根部之傷害(Meyer 1985, Skroch and Shribbs 1986)。

5.其他管理作業干擾

園區內的雜草除了會造成對抑制果樹生長及影響果實產量及品質，亦會造成園區施肥、修剪和採收等操作之不便，甚至影響園區的美觀，因而阻礙觀光果園之發展(Meyer 1985, Skroch and Shribbs 1986)。

(二)生態意義

一般作物園區的草本植物，若加以妥善管理和利用，可兼具調節微氣相和水土保育的特殊功能，其於作物植株生態系的意義。

1.改善土壤理化性質

草本植物的根系穿入土壤，能疏鬆表土，改善土壤結構。此外雜草每年有半數以上的根系老化、腐爛，可增加有機質(Merwin and Stiles 1994b)。常用之覆蓋植物百喜草，每季可增加 56%有機質含量(游 1992, Akobundu 1992, Haynes 1981)。清耕的園區有機質含量較低，後期栽種的桃樹生長勢較弱(Tworkoski and Glenn 2001)。

2.減少園區表土之沖刷與侵蝕

一般坡地果園於雨季易造成表土之沖刷與流失，臺灣地處熱帶及亞熱帶地區，夏季雨量大且急驟，裸露之柑桔園土壤流失量高達 156 ton ha^{-1} yr^{-1}，逕流率為 73.8%，若於柑桔園栽植百喜草，則土壤流失量可降為 2.8 ton ha^{-1} yr^{-1}，逕流率降為 6.2%。因此於多雨及侵蝕嚴重地區，不宜全面除草(游 1992, Akobundu 1992, Lal *et al*. 1991)。

3.減少肥分流失

果園經由雨水沖刷表土以外，亦會造成營養元素的流失，坡度 16 度之柑桔清耕園，其土壤內之腐植質，氮、磷、鉀含量流失量分別為 16.5、49、3.5 及 1.4 L ha^{-1}，造成柑桔生產成本之浪費。善加利用覆蓋植物，可降低養分喪失(Lowell 1985, Lal *et al*. 1991)。

4.調節土壤溫度及濕度

地被植物可緩衝土壤之日夜溫差或季節之高溫或寒害，此外亦可供給微生物及蚯蚓活動的適當環境(Akobundu 1992, Lal *et al*. 1991)。

適當的果園雜草管理，絕非一味將地被植物完全去除，而是當其造成果樹生育和園區管理干擾時，才移去或抑制其生長。有效的地被草本植物管理須基於對此等植物存在的評估，及以作物的需要為前題，並非只在於費用或處理上的方便而已，因此雜草對作物造成競爭的影響為主要之考慮因素(Hirose 1988)。在永續農業理念下之雜草管理，為如何管理地被草本植物，使自然資源和環境品質得以維持，尤其熱帶潮濕國家，其氣候特殊、具高度人為污染及栽培管理技術層次較低等因素，故其需求大於其他國家(Akobundu 1992)。因此適當的地被植物管理理念必須考量的因素為：雜草對作物影響的評估，園區內其他管理作業之配合，以及土壤、雨量、氣溫等環境因子的影響考量，然後選定適當處理方式、時期及次數，方能達成最終之經濟效益和環境安全性的目的。

三、雜草種類及其生態特性

(一)雜草種類

一般果園內自發性雜草的族群，大多為數 10 種以上雜草的複合植物相，各種植物萌芽時期及生長習性皆不盡相同，隨季節變化呈不同模式之消長現象(蔣等 1995, Ashton and Monaco 1991)。根據農委會藥毒所近年來之調查顯示，臺灣低海拔之柑桔園、芒果園、蓮霧園及葡萄園的雜草約 40 科 100 種以上，以菊科、禾本科、莧科、蓼科及莎草科為主(袁及蔣 2002, 2003)。依生活史長短，

雜草可區分為一年生、越冬二年生及多年生植物。一年生者如升馬唐(*Digitaria ciliaris*)、紫花藿香薊(*Ageratum houstonianum*)、野莧(*Amaranthus viridis*)、碎米莎草(*Cyperus iria*)等，以種子為主要繁殖器官。多年生者可利用營養器官如走莖、塊莖、球莖繁殖，包括狗牙根(*Cynodom dactylon*)、香附子(*Cyperus rotundus*)、酢漿草(*Oxalis corniculata*)等。果園雜草依萌芽及生長適溫，又可區分為暖季草、冷季草和全年生長者三類別。一般一年生禾草和莎草科植物皆屬暖季草，於春季氣溫回升即大量萌芽，如牛筋草(*Eleusine indica*)、碎米莎草、木虱草(*Fimbristylis littoralis*)等。此外，紫背草(*Emilia sonchifolia*)、一支香(*Vernonia cinerea*)、闊葉鴨舌黃舅(*Spermacoce latifolia*)、青牛膽、臺灣何首烏亦屬暖季草。冷季草為秋末冬初氣溫降低，才開始萌芽生長者，如山芥菜(*Rorippa indica*)、假扁蓄(*Polygonum plebeium*)、小葉灰藋(*Chenopodium album*)、薺菜(*Capsella bursa-pastoris*)、焊菜(*Cargamine flexuosa*)等，鵝兒腸(*Stellaria aquatica*)於低海拔地區屬冷季草，但於中海拔梨山地區可全年生長。早熟禾亦屬冷季草，於梨山地區可全年生長。適應臺灣四季氣候變化而全年生長者，包括大花咸豐草(*Bidens pilosa* var. *radiata*)、龍葵(*Solanum nigrum*)、野莧、紫花藿香薊等。

雜草相之組成，亦受園區內光照及土壤水分等微氣候的影響而改變，由於樹冠下方遮蔭程度以及土壤含水量之差異，使得雜草於園區內的分佈不同(Ito *et al*. 1987, Lipecki *et al*. 1985)，例如pigweed(莧科)喜高氮肥，適於強光下生長，bindweed(旋花科)適於弱光下生長，易於樹冠下方形成群落(Ellenberg 1974)，早熟禾(meadowgrass)適於潮濕環境生長，旱季之生長速率受抑制(Bulcke and Callens 1998)。

(二)地被植物的管理對草相之影響

經常性高頻度使用同一種藥劑，易造成抗性或耐性雜草之發生，全球174種抗性雜草中以黑麥草(*Lolium rigidum*)、野燕麥(*Avena fatua*)、redroot pigweed(*Amaranthus retroflexus*)、藜(*Chenopodium album*)、狗尾草(*Setaria viridis*)、稗草(*Echinochloa crus-galli*)、牛筋草、地膚(*Kochia scoparia*)、加拿大蓬(*Erigeron canadensis*)及smooth pigweed(*A. hybridus*)等10種雜草抗藥性問題最嚴重。臺灣柑桔園試驗結果顯示，嘉磷塞對雷公根及白花牽牛(*Ipomoea biflora*)之防除效果不完全，華九頭獅子草具高度耐性(袁及蔣 1996, 2001, Yuan *et al*. 2002)。巴拉刈則無法完全殺死兩耳草、狗牙根及短葉水蜈蚣(*Kyllinga brevifolia*)，臺灣野塘蒿(*Erigeron sumatrensis*)已證實為巴拉刈之抗性植物(袁及蔣 1996, 蔣等 2002)。波蘭蘋果園先後施用巴拉刈(paraquat)、草滅淨(simazine)、固殺草(glufosinate)或嘉磷塞(glyphosate)等除草劑，由於雜草對於除草劑敏感度之差異，10年後區內雜草種類及頻度發生改變；*Capsella bursa-pastoris*、*Convolvulus arvensis* 及加拿大蓬主要分佈於果樹行內，*Amaranthus retroflexus*、稗草

(*Echinochlora crus-galli*)、*Polygonum aviculare*、*Taraxacum offinale* 及加拿大蓬等雜草分佈於通道上，而多年生黑麥草(*Lolium perenne*)、*Agropyron repen* 及 *Taraxacum offinale* 則主要分佈於果樹行間 (Mikulas and Pölös 1983)。

(三)臺灣近年果園草相之變遷

由於大花咸豐草株型高大，具有全年可萌芽開花、種子數量多及莖節易生根再生枝葉等特性，因此近年來臺灣低海拔地區果園的大花咸豐草已形成極強勢的廣大族落。多年生雜草的走莖及塊莖多著生於土表下，以耕犁或接觸型藥劑，無法達成全面根除的效果，屬防除不易之雜草。因此近年來在疏於管理的果園，多年生草有增多的趨勢。此外蔓性植物亦日漸增加，如小花蔓澤蘭(*Mikania micrantha*)、細梗絡石(*Trachelospermum gracilipes*)、碗仔花(*Ipomoea hederacea*)、三角葉西番蓮(*Passiflora suberosa*)、青牛膽(*Thladiantha nudiflora*)、臺灣何首烏(*Polygonum multiflorum* var. *hypoleucum*)等易攀附於果樹植株，影響果樹正常發育，且造成園區管理之困擾，目前數種系統性藥劑防除效果皆不盡理想。造成管理不易的難題。至於梨山地區福壽山農場果園及武陵農場的蔬菜田邊坡地，已被一種外來蓼科植物大羊蹄(*Rumex obtusifolius*)入侵，其株型高大，除了造成對作物的養、水分之競爭外，亦妨礙園區內其他管理作業的操作。其種子數量多，繁殖潛力強，嘉磷塞藥劑防除之效果不佳，此地被植物的分布已逐漸擴散，成為目前梨山地區難防除的主要雜草(袁及蔣 1996, 2002b, 2003b)。

果園雜草的發生主要受地區雨量、季節性溫度變化及園區雜草管理方式影響，不同地區果園雜草種類受雨量和溫度影響較大，同一地區果園雜草受管理方式影響較大。因此，作物園區內地被植物大多為一種複合植物相，各植物萌芽時期及生長習性差異亦大，隨季節變化呈不同模式之消長現象，很難於週年採單一方式管理或防除。

四、雜草管理之方法

一般果園之管理方法，可區分為物理法、化學法、草生栽培法及栽培系統之綜合管理法。臺灣果農對於園區內雜草多採全面防除的方式，栽植園區面積小者，以耕犁、割草或覆蓋，再配合噴施除草劑，達成防除雜草目的。栽植園區面積大者，則以噴施除草劑為主。管理頻度高的葡萄園及梨園等，一年割草 1-2 次並噴施除草劑 2-3 次，管理頻度低的柑桔園及芒果園等，割草及噴藥次數共 2-3 次。不同的雜草管理方式各具優缺點。

(一)物理法

1.耕犁

利用犁、耙、鋤頭等農具翻動表土，將草根切斷或將雜草埋入土中，可以達到除草之目的。對尚未萌芽之雜草，耕犁不具效果；而當雜草過於旺盛高大時，則上述農具則難以操作。在含石礫過多、園面崎嶇不平、或表土潮溼積水之狀況下，此種方式之除草亦難以實施(Ito 1988, Matheron 1998)，耕犁雖常用於一般旱作田之除草，由於耕犁時對作

物根部的傷害，易使根部感染真菌性病害(Matheron *et al.* 1998)，實際上在果園中則不甚普遍，僅在平地果園如葡萄園、木瓜園等偶爾可見到以小型耕耘機帶動迴轉犁清除田面雜草。

2.割草

果園中傳統之割草多使用鐮刀或帶長柄之草刀，此種方法之割草相當辛苦耗時。在較專業化之果園地區，使用背負式迴轉剪草機割草已日漸普遍(Ito 1988, Matheron 1998)。較大型之乘坐式剪草機，因價格高、維護不易且操入受地形之限制，在臺灣地區果園中仍極為少見。剪草之高度多在 5-10 公分之間。由於可使地面保持相當之覆被，且不會破壞草類之根系，由水土保育之觀點而言，割草是果園裡最適宜之雜草防除方法，也是實施草生栽培所必須使用之除草方式。以適當頻度割草之果園中，土壤有機物之補充量亦較其他方式除草者為高(Merwin and Stiles 1994a, Merwin *et al.* 1995)。但是在各種除草方法中，割草所能達到之有效除草期間最短；尤其在高溫及潮溼之季節，需要 2-4 週之間隔割草，才能將雜草高度維持在 20-30 公分以下之理想高度。對人力不足或經營利潤不高之果園經營者，屬於高負擔之防除方法，多數果園很難完全依靠此種方法來除雜草(Ross and Lembi 1999)。

3.敷蓋

少數果園利用塑膠布、稻草或其他材料行地面敷蓋，這些敷蓋物可藉由遮避光線及形成機械障礙而阻礙雜草之萌芽及生長(Skroch and Shribbs 1986, Merwin *et al.* 1995)。敷蓋可取代萌前藥劑的施用，適合於新栽種果樹下方的雜草防除(Tworkoski, 2001)。由於材料取得不易、價格昂貴等因素，稻桿敷蓋葡萄園區尚有使用，常綠果樹園區中則少見。

(二)化學法

1.除草劑的種類

果樹及其他多年生作物的土壤管理，於 1950 年代後期才開始使用除草劑，主要的藥劑為二、四-地(2,4-D)及 chloropropham，屬於化學藥劑和機械除草的結合性管理方式。1960 年代巴拉刈和 diquat 可防除一年生草，甲基砷酸鈉(MCPA)、MCPB 及二、四-地防除多年生闊葉草，陸續發展的藥劑有草滅淨(simazine)、三福林(trifluralin)及克草(bromacile)等除草劑(Ashton and Monaco, 1991)。目前臺灣登記於果園的藥劑有 21 種(表 1)(費及王 2002)，依藥劑使用時期可區分為萌前及萌後藥劑，萌後施用者包括嘉磷塞、固殺草、氟氯比(fluroxypyr)等，萌前施用者包括達有龍(diuron)、甲基砷酸鈉及三福林等。克草可於萌前或早期萌後施用。各藥劑的主要防除對象不盡相同，嘉磷塞、硫復松(sulfosate)、固殺草、嘉磷二、四-地(glyphosate-isopropyl ammonium + 2,4-D)、甲基合氯氟(haloxyfop-methyl)與氟氯比之混合藥劑、亞速爛(asulam)及克草等，皆可防除一年生草、多年生禾本科及闊葉雜草。巴拉刈及固殺草為接觸型藥劑，對多年生草效果較差，亞速爛、克草等萌前噴施的藥劑，對多年生草之效果亦較差。畢拉草(bialaphos)、巴達刈(paraquat + diuron)、甲基砷酸鈉和三福林僅對一年生雜草具防除效果。氟氯比、伏寄普(fluazifop)及快伏草(Quizalofop-ethyl)為選擇性除草劑，氟

表 1. 臺灣果園登記及坡地農業實際使用除草劑之簡要特性。

藥劑名稱	使用時期	推薦作物,地區	禾草 一年生	禾草 多年生	闊葉草 一年生	闊葉草 多年生
			---防除效果---			
達有龍 (diuron)	萌前	柑桔,鳳梨	＋＋	－	＋＋	－
三福林 (trifluralin)	萌前	柑桔	＋＋	－	＋	－
愛速隆 (isolax)	萌前	鳳梨	＋＋	－	＋＋	－
草脫淨 (atrazine)	萌前	鳳梨	＋＋	－	＋	－
草殺淨 (ametryn)	萌前	非耕地	＋＋	－	＋	－
菲殺淨 (hexazinone)	萌前	鳳梨,非耕地	＋＋	－	＋	－
達有淨 (diuron+ Hexazinone)	萌前	鳳梨,非耕地	＋＋	－	＋＋	－
達有淨 (diuron+hexazinone)	萌前	鳳梨	＋＋	－	＋	－
巴達刈 (paraquat+diuron)	萌前,後	香蕉,非耕地	＋＋	－	＋＋	－
克草 (bromacil)	萌前,後	柑桔,鳳梨	＋＋	＋	＋	＋
嘉磷塞 (glyphosate)	萌後	柑桔,香蕉,梨,芒果 荔枝,枇杷,葡萄,梅 石榴,非耕地,新墾地	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
硫復松 (sulfosate)	萌後	柑桔,非耕地	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
氟氯比 (fluroxypyr)	萌後	柑桔	－	－	＋＋	＋
草芬定 (azafenidin)	萌後	柑桔	＋＋	＋	＋＋	＋
畢拉草 (bialaphos)	萌後	柑桔,非耕地	＋＋	－	＋＋	－
亞速爛 (asulam)	萌後	柑桔,茶	＋＋	＋	＋	＋
伏速隆 (flazasulfuron)	萌後	葡萄,非耕地				
伏寄普 (fluazifop)	萌後	鳳梨,茶,非耕地	＋＋	＋＋	－	－
巴拉刈 (paraquat)	萌後	茶,非耕地	＋＋	－	＋＋	－
固殺草 (glufosinate)	萌後	葡萄,香蕉	＋＋	＋	＋＋	＋
甲基砷酸鈉 (MSMA)	萌後	柑桔	＋＋	－	＋	－
甲基合氯氟(haloxyfop)	萌後	茶	－	＋＋	－	＋＋
甲基合氯氟+氟氯比 (haloxyfop+fluroxypyr)	萌後	柑桔	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
嘉磷氟氯比 (glyphosate+ fluroxypyr)	萌後	非耕地	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
嘉磷二四地 (glyphosate+ 2,4-D)	萌後	柑桔	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋
嘉磷塞+草芬定 (glyphosate+ azafenidin)	萌後	柑桔	＋＋	＋＋	＋＋	＋＋

防除效果 (efficacy)：”＋＋”：優(Good)，”＋”：可(Moderate)，”－”：差(poor)。

氯比以防除闊葉雜草為主，對禾本科草之效果甚低，伏寄普及快伏草則以防除禾草為主，對闊葉雜草無顯著效果(袁及蔣 1996, 蔣 2001)。

2.除草劑使用特性

臺灣農業生產近年來出現勞力老化、工資上揚問題，造成作物生產成本的提高，因而農民對於作物園區雜草防除的頻度，亦隨作物經濟收益的高低而增減。由於其具有快速、經濟、防除效果長、易操作、可多次使用及坡地使用方便等特點，採用除草劑之化學除草相當普遍(Jordan and Jordan 1985, Mersie 1989, Hirose 1988)。一般果園地被植物的管理模式於暖季施藥二至三次，並配合一至二次的機械割草，採收後即放任自然生長。藥劑種類以嘉磷塞及固殺草及伏寄普的使用最多，萌前藥劑的使用較少(袁及蔣 1996)。美國佛州、加州及德州之柑桔類產地，約三分之二地區使用除草劑，但於威斯康辛州於果園則不採用清耕方式(Mersie 1989)。紐西蘭、巴西及歐美等國家，由於果樹栽植的行株距整齊，對於地被植物管理屬於藥劑與草生栽培混合模式(Foloni 1995, Harrington 1992, Skroch and Shribbs 1986)。

(1) 嘉磷塞為系統性非選擇性除草劑，藥劑可自受到噴施之部位轉移至其他未與藥液接觸之部位，對一年生及多年生雜草皆有效。施用後 6-8 小時下雨會影響效果。可添加展著劑以利其滲入植物體內(Amrhein 1980)。嘉磷塞噴施於土表，極易被土壤團粒緊密結合，而失去除草之生物活性，因此果樹根部不易經由土壤吸收藥劑而造成傷害。臺灣葡萄園、蓮霧園除草頻度高，草相較單純且常為清耕的園區。由於園區經常性噴施嘉磷塞，近年已使得野茼蒿、牛筋草、短葉水蜈蚣、鵝仔草及華九頭獅子草等雜草，逐漸產生防除不易的耐、抗性植株(袁及蔣 2001, 2002b, Yuan *et al.* 2002)。欲避免此等雜草的滋長及漫延，可採行與草殺淨藥劑輪用或混合施用方式，降低抗性草之發生。

(2) 巴拉刈為接觸型非選擇性除草劑，莖葉處理易吸收，具速效性，日光下植物迅速被破壞致死。使用後下雨，不致於降低其除草效果(蔣 2001)，惟對於臺灣野塘蒿、牛筋、通泉草(*Mazus pumilus*)、馬齒莧及一般多年生草的防除效果較差(Tutomu *et al.* 1989)。巴拉刈是目前除草劑中毒性最高者，誤食可導致死亡，噴藥時不可吸入霧粒否則會造成肺部傷害。一般質地之土壤對嘉磷塞及巴拉刈之吸附力極強，與土壤接觸後此二藥劑即失去活性，故不致為果樹根部吸收而造成果樹之傷害。

(3) 固殺草為接觸型藥劑，具局部之移行性，藥劑主成份易於自然界分解，土壤殘留性極低，能夠有效防除一年生及少部份多年生草，已登記於葡萄、香蕉、柑桔園及非耕地使用(費及王 2002, 蔣 2001)。達有龍、草脫淨及達有淨為萌前藥劑，均具有較長之土壤殘效性，砂質土壤宜避免施用，易造成作物藥害。

3.除草劑之藥害問題

果園噴施除草劑時，常造成果樹產生藥害的原因有用藥不當、劑量過高、

誤噴及藥液飄浮傷害等四種。果樹對於除草劑之忍受性，依除草劑種類、劑量和土壤狀況而異。接觸型藥劑噴施於植株，即於接觸面產生作用，呈現不規則藥斑，藥劑不易再運移至其他部位造成傷害；例如巴拉刈易被莖葉快速吸收，葉片即呈燒焦壞疽的斑點，進而乾枯、捲曲、落葉。系統型除草劑可由根部或接觸部位吸收後傳導至其它部位，造成傷害或影響芽體的再萌發，此類型除草劑對於果樹所造成藥害的程度，依照果樹種類、品種、施藥季節、藥劑劑量以及樹體接觸部位而異。一般成株較幼齡樹對藥劑的忍性強；葉表有絨毛或葉片較厚的果樹，對除草劑較不敏感；樹幹對藥劑的忍受性較葉片、花朵者強；休眠期間的落葉果樹，樹液移動較緩慢，因此樹體所受的傷害較小。大多數之系統性除草劑例如嘉磷塞、伏寄普、氟氯比等，或土壤施用之萌前藥劑例如達有龍、草脫淨、達有淨等，使用不當造成之藥害，難於短時期內恢復正常生長，亦無任何有效之補救方法(Tworkoski *et al*. 2000)，故對此類藥劑之使用必須十分慎重。無土壤殘效之接觸型藥劑，所造成之藥害影響較低，受害之果樹易於恢復。園區土壤砂質成份較高者或果樹根部曝露於土表者，噴施嘉磷塞或巴拉刈時，較可能因直接接觸藥劑而影響果樹之生長。

(三)草生栽培(sod culture)

草生栽培為於作物園內利用割草或除草劑等管理方式，選留某些原生性雜草或以人工種植覆蓋植物、綠肥，使土表保持草生狀態的一種園區管理方式(Merwin *et al*. 1995, Skroch and Shribbs 1986)。適用之地區包括坡地、多雨區、土壤侵蝕嚴重地區及缺乏有機質之輕土地區，平台面的果園亦可於果樹的行間種草，配合剪草機割草，可節省大量勞力。適宜於園區內留草的時期為雨季和冬季，可減少雨水的沖刷和侵蝕，冬季氣溫低，雜草生長緩慢，植株低矮，對作物之競爭與干擾皆少 (Merwin *et al*. 1995)。旱季可割草於土表形成敷蓋，兼具降低土溫及水分蒸散的問題(Tucker *et al*. 1997)。

1.草生栽培植材特性

一般果園內種植地被植物的效果，依土壤性質及氣溫、雨量等環境因子而異。理想的地被植物本身宜具備之條件包括枝葉茂盛、分枝性低、株型低矮等，節部生根尤佳。根部固著土壤能力強者，可降低雨水沖刷和逕流，無攀緣性，不妨礙果樹生長及園區之管理作業(Blumet *et al*. 1997)。地被植物對水分及養分之競爭性較作物弱，根分泌物對果樹無毒害現象，非果樹病蟲害之傳播媒介，易於繁殖及剷除，具有耐陰、耐旱或耐踐踏等特性(Merwin *et al*. 1995)。

臺灣以往應用的覆蓋植物，如山珠豆 (*Centrosema pubescens*)、泰樂豆 (*Stylosanthes gracilis*)、賽芻豆 (*Macroptilium atropurpureus*)、葛藤 (*Pueraria montanus*)、虎爪豆(*Stizolobium hassjooo*)與百喜草(*Paspalum notatum*)等，經由調查結果顯示此等植物具攀繞性、易於感染毒素病或紅蜘蛛等問題(Merwin *et al*. 1995)，不適用於果園做為地被植物。目前推廣之地被植物以禾本科百喜草為主，然而其根系分布深，植

株生長勢強，易與果樹競爭水分及養分。且生育旺期須割草 5-6 次，極為耗工，不耐低溫僅適於低海拔地區生長。當冬季乾旱無雨，莖葉枯死易著火，亦為其缺點(Skroch and Shribbs 1986)。Skroch and Shribbs (1986)之研究顯示，理想地被植物的前提包括：易於建立及維繫、對作物的干擾最小以及可得最大永續性產量。由於某些禾草不易建立或維繫為單一草相、生長勢太強、具有相剋潛勢或需較大生產成本，因此認為禾草類植物並非理想之地被植物。在歐洲數個國家對於氮肥流失、土壤侵蝕及農藥淋洗問題，曾研究利用覆蓋植物栽植於作物行間，其所利用之地被植物包括油菜、裸麥及原生性雜草(Zoschke 1994)。

2. 原生性草本植物(native herb plant)之利用

選取果園中低矮仆伏的雜草，具分枝性及分蘗性強，於土表形成覆蓋後，不致造成園區栽培管理操作之干擾。且由於為當地原生性植物，無生長過程中對生態環境適應性的問題，亦無購買種子的額外費用(Harrington 1992)。由這些地被植物所組成的複合草相，對於土壤微氣候的生態平衡較單一草相者佳。農委會藥毒所針對臺灣果園原生性地被植物進行調查及測試，選出低海拔果園草本植物包括菁芳草、雷公根(*Centella asiatica*)、鵝兒腸、闊葉鴨舌黃舅、竹仔菜(*Commelina diffusa*)、兩耳草(*Paspalum conjugatum*、酢漿草、紫花酢漿草(*Oxalis corymbosa*)、山地豆(*Alysicarpus vaginalis* var. *vaginalis*)，蓮子草(*Alternanthera sessilis*)、焊菜等。中海拔果園地被植物包括：鵝兒腸、早熟禾、阿拉伯婆婆納(*Veronica persica*)、小酸模(*Rumex acetosella*)、薺菜、蛇莓(*Duchesnea indica*)、酢漿草、貓葉菊(*Hypochaeris radicata*)、金錢薄荷(*Glechoma hederacea*)等(袁及蔣 1996)。

3.草生栽培管理之原則

欲建立及維繫一理想草生栽培的園區，可依循以下五點原則進行(袁及蔣 1996)，一旦複合性的低矮植物相群落形成，仍需經常性適時管理，才可逐漸置換土壤中雜草種子類別，成為理想地被植物的種子庫。

(1) 萌後除草劑點狀噴施非選留之高大及蔓性雜草，噴藥時期以其種子及繁殖器管未形成前施用，可降低此等雜草的繁殖潛力。選留的低矮植物不噴施，因此除草劑用藥量可大幅減少。
(2) 選用適當萌前藥劑，對選留地被植物傷害小者，於春及秋初期噴施於土表，防止一年生暖及冷季草的生長。
(3) 利用低劑量的萌後藥劑或植物生長阻礙劑，矮化優勢度大的地被植物(Foloni 1995)。
(4) 配合機械割草，協助地被植物分枝及分蘗性的快速生長。
(5) 於萌後藥劑施用後之裸露地，補植或播種選留之地被植物，可加速其於土表之覆蓋。

(四)綜合管理法

近年來果園雜草的管理模式，大都配合園區地形、土壤因素、氣候季節性變化及作物生長期等因素的綜合管理法，尤其坡地果園需兼顧水土保育之考量(Childers *et al*. 1995)。臺灣與日本的生

態環境相似性高，如冷季的草相，梅雨及颱風季節的氣候特性，以及多山島國的特殊地形，因此雜草的管理模式亦相似。日本蘋果、梨、葡萄、桃子及櫻桃等落葉果樹採清耕者佔 30-46%，草生未栽培者佔 12-48%，不同果園間有相當大之差異(Kubota 1977)。紐西蘭(Harrington 1992)、巴西(Foloni 1995)及歐美等國家，由於果樹栽植的行株距整齊，對於地被植物管理屬於藥劑與草生栽培混合模式。於果樹株間噴施除草劑，使果樹下方無草，萌後藥劑以嘉磷塞、巴拉刈或硫復松田間推薦量為主，萌前藥劑以草滅淨及克草為主，避免地被植物造成水分及養分的競爭。或於果樹行間種植禾草或耐藥劑雜草，利用機械割草或以巴拉刈低劑量抑制其生長(McCloskey and Maurer 1997, Skroch and Shribbs 1986)。

1.地形及土壤因素

栽植於坡面之果園，宜採草生栽培，避免表土之沖刷、侵蝕。選留低矮匍伏雜草，以割草方式管理，利用選擇性藥劑，低劑量嘉磷塞協助管理及抑制其生長(Akobundu 1992)。若果園栽植於平台面，則可採清耕、覆蓋、草生栽培等多重選擇，管理方式則需配合季節及作物生長時期而定(Liebman and Davis 2000)。砂質土壤的果園，宜避免使用易淋洗或殘效期長之萌前藥劑，如達有龍及克草。

2.氣候之季節性變化

氣候與地被植物之關係，雨季期間應適當保留地被植物，避免清耕或藥劑不當使用，造成土表裸露及表土沖刷(Meyer 1985, Misako 1988)。旱季使用藥劑或機械除草等方法防除雜草，減少雜草消耗土壤中之水分。冬季氣溫低，地被植物生長緩慢，可行草生栽培管理。

3.作物之生長時期

果樹於春季氣候回升後，植物代謝及輸導作用旺盛，需供給充足的養分，此時園區內宜減少地被植物之競爭，可採藥劑處理(Skroch and Shribbs 1986)。果樹於開花期間，對藥劑極敏感，宜減少用藥。著果後可使用萌後除草劑，使其藥效延續至採收期間，便於操作。幼齡之果樹植株，為減少地被植物與其競爭養分和水分，其根系分佈範圍之植物應儘量予以清除(Parker and Mayer 1996, Tworkoski *et al*. 1997)。果樹植株之植株行間宜行草生栽培，以割草方式管理(Merwin and Stiles 1994a)。

五、結語

果園雜草是坡地農作物重要的管理作業。一般果園多採技術層次低之防除，以除草劑使用的頻率最高，尤其使用非選擇性藥劑可達成全面除草的效果。也因此易使土壤裸露與沖刷，造成對坡地果園水土保育的極大衝擊。現階段以建立雜草的適當管理體系為優先，其中必須顧及旱季裡雜草對土壤水分之競爭，雨季中裸露地面所導致之水土流失，雜草對所施肥料之競爭，以及高大雜草對果園管理之干擾等因素。除草劑方面，應考慮限制長殘效藥劑在坡地果園之使用，以降低果園除草對非選擇性除草劑之依賴。此外，由於在雜草競爭下，果園草生栽培之建立及維持相當不

易，如何發展利用除草劑於協助草生栽培上之積極角色，仍待進一步探討。

六、參考文獻

費雯綺、王玉美。2002。植物保護手冊。p.716-733。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。

袁秋英、蔣慕琰。1992。三十種冬裡作田雜草之相剋潛勢(I)對高等植物之影響。中華民國雜草學會會刊 13(1): 9-20。

袁秋英、蔣慕琰。1996。除草劑對覆地植被及水土保育之影響。p.357-372。除草劑安全使用及草類利用管理研討會專刊。

袁秋英、蔣慕琰。2001。華九頭獅子草對嘉磷塞之反應。植物保護學會會刊 43: 29-38。

袁秋英、蔣慕琰。2002a。果園常見草本植物(上冊)。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。臺中縣霧峰鄉。138pp.

袁秋英、蔣慕琰。2002b。雜草。p.141-174。植物保護圖鑑系列-柑橘保護(上冊)。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。臺北市。

袁秋英、蔣慕琰。2003a。果園常見草本植物(下冊)。行政院農業委員會農業藥物毒物試驗所編印。臺中縣霧峰鄉。162pp.

袁秋英、蔣慕琰。2003b。雜草。p.172-198。植物保護圖鑑系列-葡萄保護。行政院農業委員會動植物防疫檢疫局編印。臺北市。

游培基。1992。坡地水土保持。興農雜誌 282:25-29。

蔣慕琰、蔣永正。2001。農田雜草管理及除草劑簡介。行政院農委會農業藥物毒物試驗所印行。69pp.

蔣慕琰、蔣永正、袁秋英。2002。除草劑引起之草相變遷及抗藥性。p.25-30。除草劑在臺灣四十年回顧與展望研討會。中華民國雜草學會印行。臺中縣霧峰鄉。

蔣慕琰、蔣永正、袁秋英、徐玲明。1995。雜草防除。p.317-334。增修訂再版臺灣農家要覽農作篇(三)。豐年社發行。臺北市。

臺灣植物誌第二版編輯委員會。1993-1998。臺灣植物誌。第二版。第2-5卷。

蔡東纂、林奕耀。1984。臺灣農地雜草根瘤線蟲之研究。中華民國雜草學會會刊 5(2): 59-70。

Akobundu, I.O. 1992. Integrated weed management techniques to reduce soil degradation. p.278-288. *In*: Proceedings of the first International Weed Control Congress. Weed Science Society of Victoria Inc., Australia.

Amrhein, N., B. Deus, P. Gehrke and H.C. Steinrücken. 1980. The site of the inhibition of the shikimate pathway by glyphosate. Plant Physiol. 65: 830-834.

Ashton, F.M. and T.J. Monaco. 1991. Weed Science Principles and Practices. Wiley-Intersci. Pub., New York. 382pp.

Blum, U. L.D. King, T.M. Gerig, M.E. Lehman and A.D. Worsham. 1997. Effects of clover and small grain cover crops and tillage techniques on seedling emergence of some dicotyledonous weed species. Amer. J. Alternative Agric. 4:146-161.

Bulcke, R. and D. Callens. 1998. Herbicide resistance in weeds. p.173-180. *In*: What to Learn from Forty Years of

Long-term Herbicide Experiments in Apple and Pear Orchards? J. Maillet, ed. Comptes rendus 6eme Symposium Mediterraneen EWRS. ENSA. Montpellier, France.

Childers, N.F., J.R. Morris and G.S. Sibbett. 1995. Modern fruit science. p.632. *In*: Orchard and Small Fruit Culture. Horticultural Pub. Gainesville, Florida, USA.

Cousens, R. and M. Mortimer. 1995. Dynamics of weed populations. Cambridge University press, Cambrige, UK. 332pp.

Ellenberg, H. 1974. Indicator values of vascular plants in Central Europe. Scripta Geobotanica 9:1-97.

Foloni, L.L. 1995. Strategy for Weed control in citrus rows and interrows with the use of full and reduced doses of herbicide. p.237-240. *In*: Brighton Crop Production Conference-Weeds.

Harrington, K. 1992. Characteristics of the ideal orchard ground-cover species. p.201. *In*: Proceedings of the First Weed Control Congress. Weed Science Society of Victoria Inc., Australia.

Haynes, R.J. 1981. Effect of soil management practices on soil physical properties, earthworm population and tree root distribution in a commercial apple orchard. Soil Till. Res. 1:269－280.

Hirose, K.I. 1988. Weed control in citrus groves. Japan Pesticide Informa. 33:3-5.

Ito, M. 1988. Fundamental studies on weed management in fruit tress. Weed Res. 33(2):82-88.

Ito, M., Y. Iyama and K. Ueki. 1987. Changes in the floristic composition of orchard ground cover in relation to light conditions. Weed Res. 32:292-299.

Jordan, L.S. and J.L. Jordan. 1985. Horticultural crops. p.380-384. *In*: Principles of Weed Control in California. Thompson Publications, USA.

Jordan, N.R., J. Zhang and S. Huerd. 2000. Arbuscular-mychorrhizal fungi: potential roles in weed management. Weed Res. 40: 397-410.

Kaps, M.L. and M.B. Odneal. 1991. Fall-applied preemergent herbicides in a Missouri vineyard do not control annual weeds the following season. HorScience 26(10):1292-1293.

Kubota, T. 1977. Weed control in the deciduous orchards of Japan. Japan Pest. Informa. 22: 23-25.

Lal, R., E. Regnier, D.J. Eckert, W.M. Edwards and R. Hammond. 1991. Expectations of cover crops for sustainable agriculture. p.1-11. *In*: Cover Crops for Clean Water. W.L. Hargrove, ed. Soil and Water Conservation Society Publication. Ankey, USA.

Liebman, M. and A.S. Davis. 2000. Integration of soil, crop, and weed management in low-external-input farming systems. Weed Res. 40: 27-47.

Liebman, M. and E. Dyck. 1993. Crop rotation and intercropping strategies for weed management. Ecol. App. 3:92-122.

Lipecki, J. 1985. Weed occurrence and distribution across the interrow in the apple orchard depending on the soil

management systems. Fruit Sci. Rept. 12:73-82.

Lowell, S.J., J. Jordan and L. Jordan. 1985. Horticultural Crops: Citrus. *In*: Principles of Weed Control. Calif. Weed Conf. Thomson Publ. Fresno, CA. 380pp.

Matheron, M., M. Mauer and M. Porchas. 1998. Improving management and control of fungal diseases affecting Arizona citrus trees, 1997. p.43-49. *In*: 1998 Citrus and Deciduous Fruit and Nut Research Report. College of Agriculture. Series P-113, University of Arizona, Tucson, AZ.

McCloskey, W.B. and M. Maurer. 1997. Effects of long-term preemergence herbicide use on growth and yield of citrus. p.114-117. *In*: Citrus Research Report. College of Agriculture. Series P-109, University of Arizona, Tucson, AZ.

Mersie, W. and M. Singh. 1989. Benefits and problems of chemical weed control in citrus. Rev. Weed Sci. 4:59-70.

Merwin, I., D. Rosenberger, C. Engle, D. Rist and M. Fargione. 1995. Comparing mulches, herbicides, and cultivation as orchard groundcover management systems. Hort. Technol. 5: 151-158.

Merwin, I. and W.C. Stiles. 1994a. Orchard groundcover management impacts on apple tree growth and yield, and nutrient availability and uptake. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 119:209-215.

Merwin, I. and W.C. Stiles. 1994b. Orchard groundcover management impacts on soil physical properties. J. Amer. Soc. Hortic. Sci. 119:216-222.

Meyer, R.J. 1985. Horticultural Crops. p.356-361. *In*: Principles of Weed Control in California. Thompson Publications, USA.

Mikulas, J. and E. Pölös. 1983. The spread of *Erigeron Canadensis* L. in grapevine plantations and means of control. Novényvédelem 19: 149-154.

Misako, I. 1988. Fundamental studies on weed management in fruit trees. Weed Res. 33(2):82-88.

Parker, M.L. and J.R. Meyer. 1996. Peach tree vegetative and root growth respond to orchard floor management. HortScience 31:330-333.

Rice, E.L. 1984. Allelopathy. 2nd ed. Academic Press, New York.

Ross, M.A. and C.A. Lembi. 1999. Applied Weed Science. p.8-12. 2nd ed. Prentice Hall. Upper Saddle River, NJ.

Skroch, W.A. and J.M. Shribbs. 1986. Orchard floor management: an overview. HortScience 21(3):390-394.

Tucker, D.P.H., C.G. Erickson and K.T. Morgan. 1997. Middles management methods in citrus affect soil moisture retention and vegetation species. Proc. Fla. State Hort. Soc. 110: 39-43.

Tutomu, K., I. Yoshihisa and N. Yutaka. 1989. Effects of continuous application of paraquat on the species composition and volume of weeds in the upland field. Weed Res. 34(2):123-130.

Tworkoski, T.J. and D.M. Glenn. 2001. Yield, shoot and root growth, and physiological responses of mature peach trees to grass competition. HortScience 36:1214-1218.

Tworkoski, T.J., D.M. Glenn and W.V. Welker. 1997. Carbohydrate and

nitrogen partitioning within one-year shoots of young peach trees grown with grass competition. HortScience 32:1174-1177.

Tworkoski, T.J., W.V. Welker and G.D. Vass. 2000. Soil residues following repeat applications of dinuron, simazine, and terbacil. Weed Technol. 14:191-196.

Wondimagegnehu, M. and M. Singh. 1989. Benefits and problems of chemical weed control in citrus. Rev. Weed Sci. 4:59-70.

Yuan, C.I., C.M. Chiang and Y.M. Chen. 2002. Triple mechanisms of glyphosate-resistance in a naturally occurring glypbosate-resistant plant *Dicliptera chinensis*. Plant Sci. 163:543-554.

Zanin, G., S. Otto, L. Riello and M. Borin. 1997. Ecological interpretation of weed flora dynamics under different tillage systems. Agric. Ecosys. Environ. 66:177-188.

Zoschke, A. 1994. Toward reduced herbicide rates and adapted weed management. Weed Technol. 8(2):376-386.